Rapport technique

Service de l'Urbanisme et des Bâtiments 1400 Yverdon-les-Bains

Plan de quartier Verdan



Etude préalable – Contexte hydrogéologique et géotechnique

18N015 / 18MFRB023 – Version du 3 avril 2018

MFR Géologie-Géotechnique SA

RWB Vaud SA
Route de Lausanne 17
1400 Yverdon-les-Bains

T +41 58 220 39 00
F +41 58 220 38 99
yverdon@rwb.ch

www.rwb.ch

TABLE DES MATIERES

1. INTRODUCTION, MANDAT ET RAPPELS 4

1.1 Contexte 4

1.2 Buts et description du mandat 4

2. ENJEUX GÉOLOGIQUES ET HYDROGÉOLOGIQUES 5

3. ENJEUX GÉOTECHNIQUES 7

4. ENJEUX LIÉS AU SITE POLLUÉ DE LA PARCELLE 548 7

4.1 Qualité des eaux souterraines 7

4.2 Qualité de l'air interstitiel 8

4.3 Qualité des matériaux d'excavation et de démolition 8

5. SYNTHÈSE ET SUITE DU DOSSIER 9

5.1 Synthèse des données 9

5.2 Cahier des charges pour la suite 9

5.3 Estimation des coûts 10

Auteurs :

André Bapst Chef de projet Géologue, Dr. ès Sciences

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Plan de situation et d'extension du plan de quartier ''Verdan'', 1 : 2'500

Annexe 2 : Plan de situation des piézomètres et carte des isopièzes du 11 septembre 2008, selon [4]

RÉFÉRENCES

[1] RWB SA (2007) : Leclanché SA, Yverdon-les-Bains. Expertise sur l'état de pollution – parcelle 548. Rapport du 03.10.07.

[2] RWB SA (2008) : Leclanché SA, Yverdon-les-Bains. Investigation sur l'air interstitiel et cartographie des sols, parcelle 1254. Rapport du 12.03.08.

[3] RWB SA (2008) : Leclanché SA, Yverdon-les-Bains. Synthèse sur l'état de la pollution de la parcelle 1254. Rapport technique du 11.08.08.

[4] RWB SA (2009) : Leclanché SA, Yverdon-les-Bains. Site n° 385.005 de l'inventaire des sites potentiellement contaminés du canton de Vaud – Parcelles 1254 et 548. Programme de surveillance selon l'OSites. Rapport du 14.01.2009.

RÉFÉRENCES RELATIVES À LA LÉGISLATION

LPE Loi fédérale du 07.10.83 sur la protection de l'environnement, RS 814.01

OSites Ordonnance fédérale du 26.08.1998 sur l'assainissement des sites pollués (ordonnance sur les sites contaminés), état au 01.05.17. RS 814.680

OLED Ordonnance fédérale du 04.12.2015 sur la limitation et l'élimination des déchets (ordonnance sur les déchets), état au 01.01.16. RS 814.600

OEaux Ordonnance fédérale du 28.10.1998 sur la protection des eaux, état au 01.05.2017. RS 814.201

Recueil systématique du droit fédéral: http://www.admin.ch/ch/f/rs/

1. INTRODUCTION, MANDAT ET RAPPELS

1.1 CONTEXTE

Le plan de quartier ‘’En Verdan’’ englobe les parcelles n° 502, 548, 5250 et 5472 du cadastre d’Yverdon-les-Bains (annexe 1). Les deux parcelles 502 et 5472 sont encore agricoles et ne sont pas construites, la petite parcelle 5250 abrite un petit bâtiment récent, tandis que la grande parcelle 548 est, seule, inscrite au cadastre des sites pollués du Canton de Vaud avec le n° 387.005b sous la dénomination de ‘’Leclanché SA’’, où cette entreprise a été active de 1957 à 2007. Suite à une investigation historique selon l’OSites, la parcelle 548 est inscrite au cadastre précité sous la mention ‘’ne nécessitant ni surveillance, ni assainissement’’.

Il convient cependant de signaler d’emblée que le site ‘’Leclanché SA’’ comprend encore, et principalement, la parcelle n° 1254, à l’Est de l’Avenue de Grandson, qui n’est pas concernée par le présent plan de quartier de Verdan.

Entre 2006 et 2009, le bureau RWB SA a effectué plusieurs investigations techniques, suivant la procédure OSites dévolue aux études des sites pollués, sur l’intégralité du site ‘’Leclanché’’ (entre autres [1], [2], [3] et [4]). En accord avec le Canton, ces études avaient provisoirement conclu à la nécessité de procéder à une surveillance des eaux souterraines pour l’ensemble du site, sans spécification de parcelles.

Dans ce contexte, toutes les informations acquises sur le site ‘’Leclanché SA’’ servent de base à la présente étude préliminaire; elles ont été jointes aux données d’ordre général (carte géologique, anciens forages opérés dans la région, connaissances locales) et reformatées afin de présenter une synthèse propre aux parcelles concernées par le projet du plan de quartier Verdan.

1.2 BUTS ET DESCRIPTION DU MANDAT

Notre étude préalable se réfère à nos propositions et au devis présentés dans le courrier du 6 février 2018. Elle est focalisée sur une description du contexte géologique, hydrogéologique et géotechnique des 4 parcelles retenues, avec un accent particulier sur la parcelle 548 concernée par son inscription au cadastre cantonal des sites pollués.

Elle présente ainsi les données à disposition à partir des études antérieures, ainsi que les propositions d’investigations complémentaires qui en découlent avec une évaluation de leurs coûts.

Le rapport traite successivement des enjeux suivants :

- Les enjeux géologiques et hydrogéologiques
- Les enjeux géotechniques
- Les enjeux liés à la problématique générale des sites pollués pour la parcelle n° 548

2. ENJEUX GÉOLOGIQUES ET HYDROGÉOLOGIQUES

Altitude : Le site se trouve à une altitude générale de 434 m, alors que le niveau moyen du lac, à une distance de 800 m, avoisine les 429.4 m.

Géologie : Les 4 parcelles du projet se trouvent dans une région caractérisée par des terrains d'âge quaternaire composés de tourbes et de dépôts lacustres avec des sables et limons résultant de la formation d'un ancien cordon littoral (ou ancienne terrasse lacustre, selon la carte de l'Atlas géologique de la Suisse). Ces mêmes caractéristiques sont illustrées, avec davantage de détails, sur la carte géologique effectuée en 2004 dans le cadre d'un travail de diplôme (del Vacchio). Cette carte est jointe au rapport cité en [4], avec un extrait sur la figure 1 ci-dessous.

Cette cartographie régionale est confirmée par les relevés de forages opérés dans un périmètre assez proche et présentant énormément de sables, de limons et d'argiles jusqu'à une grande profondeur (avec en particulier un forage géothermique creusé environ 200 m au Sud-Est).

D'autre part, au cours des études RWB, il s'est avéré que la mise en place de piézomètres a parfois dû être interrompue à cause de la présence de sables fluants dans la zone saturée dès 5 m de profondeur (voir la localisation des 3 piézomètres concernés PZ16 à PZ18 sur l'annexe 2). **Par contre, nous ne disposons d'aucun relevé géologique de forage directement sur les 4 parcelles**.

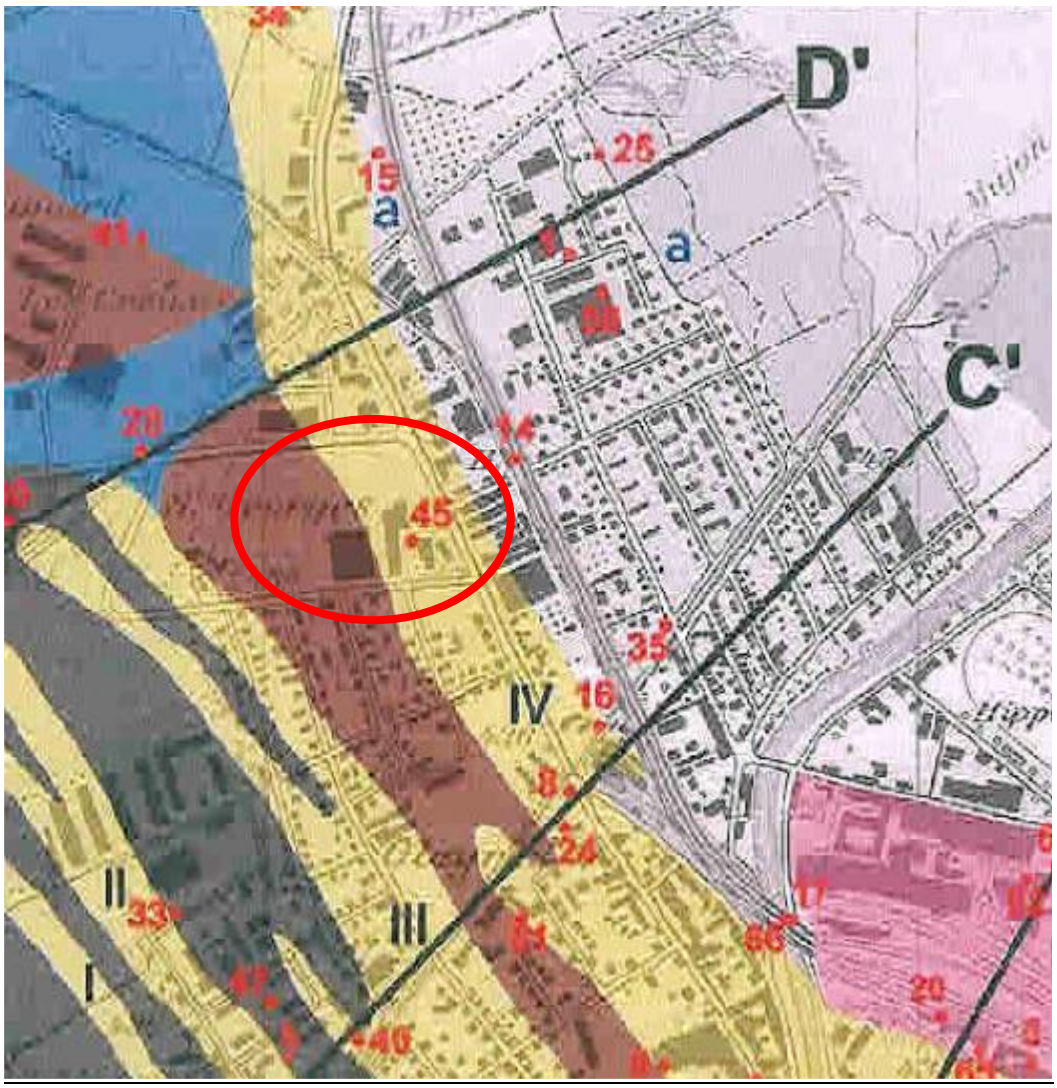


Figure 1 : Extrait de la carte géologique de la région du site, cité en [4]. L'extension du plan de quartier Verdan est entourée en rouge. Le jaune représente un ancien cordon littoral, et le brun illustre la présence de tourbe sous des alluvions récentes (Orientation de la carte vers le Nord).

Protection des eaux : Les parcelles se trouvent en secteur Üb de protection des eaux souterraines, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de réserves à émettre visant une protection particulière.

Piézométrie : Sur la base des nombreuses mesures opérées de 2003 à 2008, il est démontré que sur la parcelle 548, et vraisemblablement par extension sur les 3 parcelles 502, 5250 et 5472, le niveau de la nappe se trouve toujours entre 430.5 et 431.2 m d'altitude, soit à une profondeur comprise entre 2.80 et 3.50 m par rapport au terrain naturel (voir tableau 1 ci-dessous et carte piézométrique du 11 septembre 2008 en annexe 2).

Direction des écoulements souterrains : En [4], des cartes piézométriques locales avaient été établies pour les 11 avril et 11 septembre 2008. Bien que principalement élaborées pour la parcelle voisine ''Leclanché'' n° 1254 non comprise dans le périmètre du présent projet, leurs extensions permettent tout de même d'avoir une bonne information pour la parcelle 548 (annexe 2).

On y relève ainsi que la direction d'écoulement locale des eaux souterraines des 4 parcelles serait orientée vers le Sud à Sud-Ouest, mais des réserves sont émises, si bien qu'il sera encore nécessaire de procéder à des mesures supplémentaires [4].

Ouvrages	01.10.2003	09.10.2003	11.11.2003	03.12.2004	26.08.2005	09.06.2006	28.09.2006	12.07.2007	28.09.2007	11.04.2008	11.09.2008
PZ2	430.62	430.6	430.56	430.785	430.76	431.109	430.824	430.979	430.9	430.999	431.049
PZ3	430.58	430.6	430.58	430.775	430.745	431.126	430.781	430.931	430.9	430.921	430.871
PZ4	430.66	430.66	430.6	430.785	430.74	431.044	430.769	430.944		431.114	430.904
PZ5	430.74	430.76	430.76	430.88	430.92	430.903	430.808	431.043		431.073	430.973
PZ6	430.68	430.72	430.74	430.84	430.84						
PZ7	430.6	430.64	430.68	430.8	430.74	431.035	430.76	430.99		431.02	430.95
PZ8	430.54	430.58	430.62	430.77	430.7						
PZ9	430.5	430.52	430.58	430.73	430.64	431.001	430.646	430.906		430.696	430.816
PZ10	430.62	430.68	430.72	430.83	430.8	431.008	430.753	430.983		431.113	431.083
PZ11	430.52	430.54	430.62	430.75	430.69	431.017	430.752	430.972		430.912	430.862
PZ12	430.34	430.44	430.46	430.61	430.5	430.866	430.531	430.736		430.786	430.666
PZ13				430.69	430.63	430.995	430.68				
PZ14				430.70	430.61	430.942	430.677	430.822		430.797	430.747
PZ15				430.74	430.70	431.086	430.741	430.906	430.88	430.921	430.861
PZ16				430.64	430.66	431.103			430.81	430.81	430.71
Mujon, pont amont							430.07	430.105		430.51	430.26
Mujon, pont central							429.48	429.996		430.04	429.78
Mujon, pont aval							429.35	429.82		429.64	429.49
Lac NE, stat. Grandson	429.19	429.31	429.06	429.06	429.85	429.46	429.46	429.77		429.4	429.31

Tableau 1 : Evolution des niveaux de la nappe sur le site ''Leclanché''. Ce sont les piézomètres PZ2, PZ3, PZ4 et PZ16 qui se trouvent sur la parcelle n° 548 (selon [4])

3. ENJEUX GÉOTECHNIQUES

Comme indiqué au chap. 2, les données géologiques à disposition sur les terrains laissent entrevoir des qualités géotechniques relativement médiocres avec une large prédominance de terrains fins :

- D'une part, la partie Ouest pourrait receler des niveaux de tourbes, qui sont des terrains putrescibles très tendres, peu compacts, susceptibles d'induire des tassements importants en cas de construction.
- Et d'autre part, comme signalé ci-dessus, il peut y avoir des couches de sables fluants en zone saturée qui pourront causer des problèmes en cas d'excavation.

4. ENJEUX LIÉS AU SITE POLLUÉ DE LA PARCELLE 548

4.1 QUALITÉ DES EAUX SOUTERRAINES

Les eaux de 6 piézomètres de la parcelle 548 ont été analysées dans l'étude de surveillance du site pollué ''Leclanché'' [4]. Il s'agit de 3 anciens ouvrages de ¾ pouce de diamètre et de 6 m de longueur (PZ2 à PZ4), ainsi que de 3 piézomètres de 2 pouces, également d'environ 6 m (PZ16 à PZ18). Leur situation est illustrée sur l'annexe 2 de la carte piézométrique et en détail sur la figure 2 ci-dessous.

D'après les analyses opérées de 2006 à 2008 dans les eaux souterraines de ces stations [4], il est apparu qu'elles contiennent certaines teneurs significatives en solvants chlorés et en ammonium. On relèvera en particulier près de 40 µg/l de trichloréthylène dans PZ18 à 2 reprises en 2008, ainsi que des traces sensibles en PZ4 et PZ16$_{bis}$ (figure 2). On retrouve aussi du perchloréthylène (2 à 4 µg/l) dans PZ4.

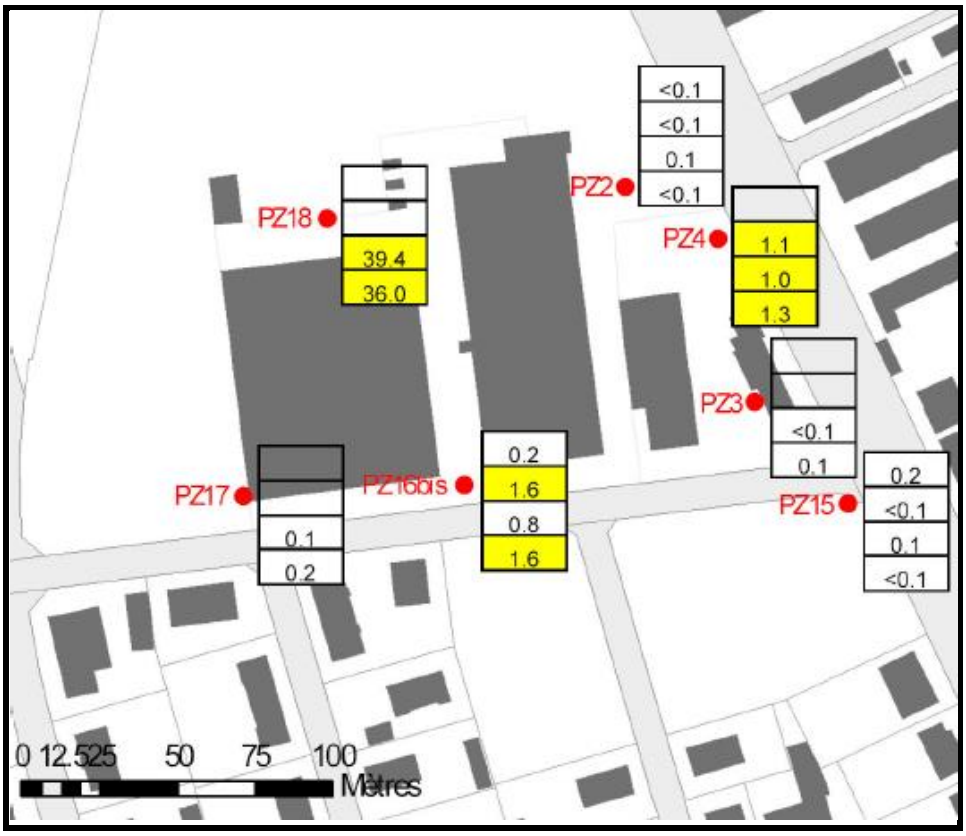


Figure 2 : Teneurs en perchloréthylène mesurées dans les piézomètres en 2007-2008 (Orientation de la carte vers le Nord).

Compte tenu de la pollution mise en évidence dans le piézomètre PZ18, et sur la base de la direction des écoulements des eaux souterraines illustrée par la carte piézométrique du 11 septembre 2008 (annexe 2), il est tout à fait possible qu'une pollution aux solvants chlorés puisse trouver son origine sur la parcelle 548. Il est en effet peu probable que ces substances puissent provenir de deux autres sites pollués situés plus au Nord (sur les parcelles 1300 et 1301), car les activités qui s'y sont déroulées ne sont généralement pas à l'origine de pollutions aux solvants chlorés.

Il conviendra donc de procéder à des contrôles des eaux souterraines, tant sur la parcelle 548 qu'en amont et en aval immédiat, pour pouvoir déterminer l'origine de cette pollution.

4.2 QUALITÉ DE L'AIR INTERSTITIEL

Des mesures de l'air interstitiel avaient été effectuées en 2007 sur la parcelle 548 [1]. Les analyses des solvants chlorés volatils avaient cependant été déterminées indirectement, selon les modalités de l'époque, sur la base de calculs à partir de mesures opérées au PID, si bien que certains doutes sur leur validité peuvent être émis. Selon ces opérations, il avait été conclu que les teneurs de l'air interstitiel en solvants chlorés étaient très inférieures aux valeurs de concentration de l'OSites.

De la même manière, des mesures de l'air interstitiel avaient été effectuées en 2007 sur la parcelle voisine 1254 [2]. Malgré certaines fortes teneurs relevées dans les eaux souterraines de divers points (jusqu'à 900 µg/l de trichloréthylène et 25 µg/l de chlorure de vinyle), il n'a pas été observé de valeurs significativement élevées dans l'air interstitiel.

Par conséquent, sur la base de la pollution des eaux souterraines mesurées dans le piézomètre PZ18, et tenant compte de la méthode analytique adoptée en 2007 qui n'est plus pratiquée actuellement, il est proposé de procéder à une nouvelle campagne de mesures, car on ne pas exclure une source de solvants sur la parcelle.

4.3 QUALITÉ DES MATÉRIAUX D'EXCAVATION ET DE DÉMOLITION

Tout comme pour les mesures d'air interstitiel, quelques analyses ont été effectuées par fluorescence X (appareil XRF) dans les matériaux de la couche superficielle des parcelles 548 [1] et 1254 [2]. Des pollutions par des métaux lourds, particulièrement par du plomb, voire ponctuellement du mercure, et par des hydrocarbures (HC totaux) y ont été mises en évidence.

A l'heure actuelle, il serait préférable de procéder à des analyses en laboratoire, d'autant plus qu'il ne peut être exclu que de telles pollutions puissent être plus étendues sur la parcelle 548 encore occupée par diverses constructions.

Par conséquent, des analyses chimiques des matériaux seront particulièrement utiles pour déterminer les filières d'évacuation des matériaux en cas d'excavation.

D'autre part, il convient également de mentionner qu'une évaluation de l'état de pollution des bâtiments n'a pas été prise en compte ici car elle ne relève pas de l'OSites, mais elle devra nécessairement être abordée, dans l'idéal avant la procédure de mise à l'enquête.

5. SYNTHÈSE ET SUITE DU DOSSIER

5.1 SYNTHÈSE DES DONNÉES

La présente étude préalable est basée sur les données locales à disposition; elle permet d'apporter des réponses aux questions suivantes :

En hydrogéologie : Les 4 parcelles se trouvent en secteur Üb de protection, la nappe s'écoule vers le Sud Sud-Ouest à une profondeur moyenne généralement comprise entre 2.80 et 3.50 m de profondeur.

En géologie / géotechnique : Les terrains des 4 parcelles sont constructibles, mais des conditions particulières devront être émises compte tenu de la présence possible de tourbe, de terrains fins et de couches de sables fluants en zone saturée.

En problématique de site pollué : La plus grande parcelle du plan de quartier ''Verdan'', portant le n° 548, est inscrite au cadastre des sites pollués. Elle recouvre environ la moitié de la surface dévolue au projet. Cette question n'hypothèque pas le projet, mais elle induit certaines contraintes qu'il s'agira de régler au mieux, en particulier la localisation de la pollution au perchloréthylène du piézomètre PZ18 et la reconnaissance bien définie de la qualité des matériaux qui seront soit évacués, soit déplacés au cours des démolitions et des constructions.

Par conséquent, des investigations complémentaires sont nécessaires tant sur le plan géotechnique que sur le plan de la qualité des terrains qui pourraient être affectés par d'éventuelles pollutions (voir chap. 5.2).

5.2 CAHIER DES CHARGES POUR LA SUITE

A l'échelle du plan de quartier, une reconnaissance plus détaillée des terrains est encore nécessaire, principalement dans le domaine géotechnique et dans celui de la problématique de la pollution de la parcelle 548. Dans ce contexte, il est proposé de procéder à la réalisation de sondages poursuivant simultanément les buts suivants :

- La caractérisation des contextes géologiques, hydrogéologiques et géotechniques des différentes couches du sous-sol, ceci afin de déterminer les conditions cadres d'excavation (tenue des talus, profondeur des eaux, possibilité de rabattement, etc) et de fondations (superficielles, profondes).
- Les reconnaissances de la qualité des matériaux du point de vue de la législation en vigueur régissant le traitement des matériaux en cours de chantier (OLED).
- Un complément sur les connaissances hydrogéologiques de la nappe, bien que cet élément soit déjà assez bien défini dans les dossiers à disposition. Des piézomètres seront de ce fait subsidiairement implantés dans les forages, en particulier en amont de la parcelle 548, pour compléter la piézométrie de ce secteur et avoir ainsi une meilleure définition de la direction des écoulements souterrains.

Les précisions obtenues par ces investigations permettront en outre de s'assurer de la constructibilité de la parcelle 548 vis-à-vis de l'annexe 3 de l'OSites qui stipule les conditions de construction sur des terrains inscrits au cadastre des sites pollués.

Le programme précis de ces investigations devra être discuté en accord avec les concepteurs du plan de quartier et validé par les autorités cantonales. Selon les priorités dictées par le concept du plan de quartier, ces investigations pourront être réalisées en différentes phases.

Toutefois, pour des questions économiques, il sera judicieux de tenir compte de toutes les possibilités d'investigations qui puissent répondre à la fois aux deux axes de reconnaissance nécessaire, à savoir la problématique de pollution de la parcelle 548 (investigation de type A ci-après [TyA]) et les conditions géotechniques des terrains (investigation de type B ci-après [TyB]). Dans ce contexte, nous proposons déjà l'ordre et les éléments suivants, à coordonner avec le Canton :

- Une campagne de mesures de l'air interstitiel de la parcelle 548 [TyA].
- La réalisation d'au minimum 7 forages carottés de 10 m de profondeur, voire un peu plus profond pour 2 ou 3 d'entre eux, à équiper de piézomètres 3'' de diamètre, dont 5 sur le site pollué de la parcelle 548 et 2 au Nord, sur les parcelles 502 et 5472, avec contrôle de la qualité des eaux souterraines et complément de mesures piézométriques [TyA] et [TyB].
- Le suivi in situ des carottes au PID et au XFR de la parcelle 548, avec le prélèvement d'échantillons en vue d'analyses des métaux lourds et des composés organiques volatils [TyA].
- L'exécution d'au minimum 8 sondages au pénétromètre dynamique [TyB].

En sus, un diagnostic de l'état de pollution des bâtiments devra être effectué.

5.3 ESTIMATION DES COÛTS

Sur la base des données actuellement à disposition et synthétisées dans le présent rapport, le programme proposé au chap. 5.2 nous paraît indispensable et approprié pour aborder le projet dans de saines dispositions.

Le coût de ces investigations, tel que prévu ci-dessus, peut être évalué ainsi :

- Coût pour une campagne initiale de mesure de l'air interstitiel de la parcelle 548: env. Fr. 10'000.-
- Coût des forages avec équipement et des analyses de laboratoire des matériaux et des eaux: env. Fr. 30 - 35'000.-.
- Honoraires pour suivi géologique, géotechnique et analytique des forages sur le terrain, prélèvements d'échantillons, synthèse des résultats et présentation d'un rapport géotechnique et d'un rapport technique selon l'OSites pour la parcelle 548: env. Fr. 35'000.-.
- Coût d'une campagne complémentaire au pénétromètre: env. Fr. 10'000.-.

Par ailleurs, le diagnostic de l'état de pollution des bâtiments peut être estimé à quelque Fr. 30 - 40'000.-.

Yverdon-les-Bains, le 3 avril 2018

RWB Vaud SA – MFR Géologie-Géotechnique SA

André Bapst Sonia Wuthier

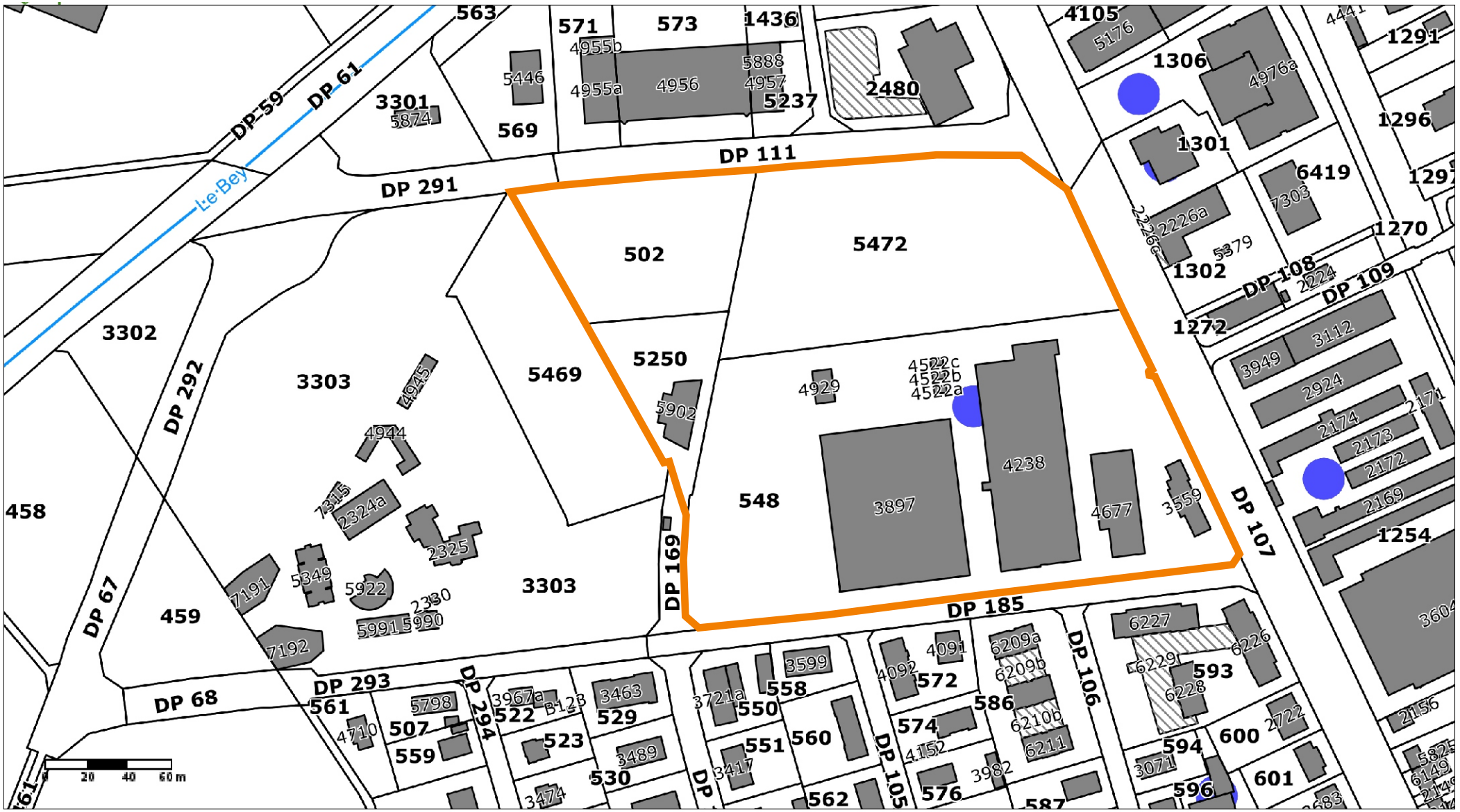




Service de l'urbanisme et des bâtiments - 1400 Yverdon-les-Bains

Plan de situation et d'extension du plan de quartier «Verdan»

Echelle 1: 2'500



MFR Géologie-Géotechnique SA

Annexe 1

Service de l'urbanisme et des bâtiments - 1400 Yverdon-les-Bains

Plan de situation des piézomètres et carte des isopièces
du 11 septembre 2008, selon [4]

